

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 08-274083

(43) Date of publication of application : 18.10.1996

(51) Int.CI.

H01L 21/31  
C23C 16/50  
C23F 4/00  
H01L 21/3065  
H05H 1/46

(21) Application number : 07-070264

(71) Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22) Date of filing : 29.03.1995

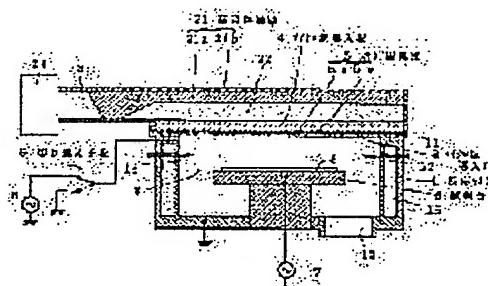
(72) Inventor : MABUCHI HIROTSUGU  
EHATA TOSHIKI

## (54) PLASMA PROCESSING SYSTEM

### (57) Abstract:

**PURPOSE:** To apply an RF field or a DC field to grounded parallel electrode plates and switch them, so as to make plasma processing uniform and stable for a long period of time.

**CONSTITUTION:** Switch means 9 enables selection of grounding facing electrode plates 5 or connection to an RF power source 8 for application of radio frequencies. The parallel electrode plates 5 are insulated from a reactor 1 by an insulator, and have a plurality of holes 5b for guiding microwaves into a reaction chamber 2. In performing plasma processing on a sample by this system, the electrode plates 5 are grounded by the switch means 9, and a solvent is circulated in a thermostatic fluid passage 15. After the reaction chamber 2 is evacuated to a predetermined pressure, a reaction gas is supplied from a gas feed hole 12. A microwave liquid is oscillated and supplied into the reaction chamber 2 through the holes 5b of the facing electrode plates. A plasma is produced, and an RF power is applied to a sample stage 6 to generate a bias voltage on the surface of a sample S. Thus, the sample S is plasma-processed.



[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The dielectric line used as microwave waveguide, and the reaction container by which the microwave inlet by which opening was carried out to the field which counters this dielectric line was airtightly closed with the microwave installation plate, The sample base arranged in this reaction container, and a means to impress RF electric field or direct-current electric field to this sample base, The counterelectrode plate which has the hole into which the plasma is made to introduce or it is prepared between said microwave installation plates and said sample bases and makes microwave penetrate, Plasma treatment equipment characterized by having a means to ground this counterelectrode plate, a means to impress RF electric field or direct-current electric field to this counterelectrode plate, and the means that switches these.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

## [0001]

[Industrial Application] This invention relates to the plasma treatment equipment suitable for processing thin film formation, etching, ashing, etc. to a semiconductor device substrate, the glass substrate for liquid crystal displays, etc. using the plasma.

## [0002]

[Description of the Prior Art] The equipment which introduces reactant gas, microwave, or a RF in the decompressed reaction container, is made to generate the plasma, irradiates this plasma on the surface of a sample, and performs thin film formation and etching is indispensable to manufacture of a semiconductor device etc. Also especially in it, as for independently controllable respectively plasma treatment equipment, generation of the plasma and the energy of the ion in the plasma are becoming indispensable to the embedding technique in thin film formation, or a dry etching technique, and the researches and developments are furthered.

[0003] Drawing 4 is the sectional view of the plasma treatment equipment which generation of the above-mentioned plasma and the energy of ion can control independently (JP,6-104098,A). One in drawing is the reaction container of a hollow rectangular parallelepiped. The reaction container 1 is formed using metals, such as aluminum (aluminum). the interior of the perimeter wall of the reaction container 1 — constant temperature — a fluid channel 15 is formed and the temperature control of a perimeter wall is performed by circulating the solvent of predetermined temperature. The reaction chamber 2 is established in the interior of the reaction container 1. Opening of the microwave inlet 3 has been carried out to the upper part of the reaction container 1, and this microwave inlet 3 is closed by the airtight by pinching O ring 11 between the up walls of the reaction container 1 with the microwave installation plate 4.

[0004] In addition, the microwave installation plate 4 has thermal resistance and microwave permeability, and is formed with dielectrics, such as quartz glass (SiO<sub>2</sub>) with small dielectric loss, and an alumina (aluminum 2O<sub>3</sub>).

[0005] It counters above the reaction container 1 with the microwave installation plate 4, and the dielectric line 21 which consists of dielectric layer 21a and metal plate 21b so that this may be covered is formed in it. Fluororesins, such as Teflon (trademark), polystyrene, polyethylene, etc. are used for dielectric layer 21a. Aluminum etc. is used as metal plate 21b. The microwave oscillator 24 is connected with the end of the dielectric line 21 through the waveguide 23. Microwave is introduced into the dielectric line 21 through a waveguide 23 from an oscillator 24, and is introduced in the reaction container 1 from here.

[0006] In the reaction chamber 2, the sample base 6 which lays Sample S in the location which counters in the microwave installation plate 4 is arranged. It connects with RF generator 7 and the sample base 6 serves as the electrode for making a sample S front face generate bias voltage. It is prepared so that the counterelectrode plate 5 may touch the underside of the microwave installation plate 4. Opening of the hole 5b for making microwave penetrate is carried out to this counterelectrode plate 5. This counterelectrode plate 5 is grounded and the role of the counterelectrode to the sample base 6 on which a RF is impressed is played. That is, the bias voltage uniform [ in the sample S front face ] and stabilized can be generated by having this

grounded counterelectrode plate 5. moreover, constant temperature to prepare [ which both maintains Sample S to predetermined temperature ] adsorption devices (not shown), such as an electrostatic chuck for holding Sample S, in the sample base 6 -- the circulator style of a fluid is arranged.

[0007] The gas installation hole 12 for introducing necessary reactant gas into the perimeter wall of the reaction container 1 is formed. Moreover, the exhaust port 13 connected to the exhauster which is not illustrated is formed in the lower wall of the reaction container 1, and it is exhausted from here.

[0008] How to perform plasma treatment to the sample S laid on the sample base 6 in this equipment is explained. the solvent of first predetermined temperature -- constant temperature -- it is made to circulate in a fluid channel 15 Reactant gas is supplied from the gas installation hole 12 prepared in the perimeter wall, and let the inside of a reaction chamber 2 be a predetermined pressure, after performing exhaust air from an exhaust port 13 and exhausting the inside of a reaction chamber 2 to a necessary pressure.

[0009] Subsequently, microwave is oscillated in a microwave oscillator 24 and it introduces into the dielectric line 21 through a waveguide 23. If it does so, electric field will be formed down the dielectric line 21. This electric field penetrate hole 5b of the microwave installation plate 4 and the counterelectrode plate 5, it is supplied in a reaction chamber 2, and the plasma generates. Impress high-frequency power to the sample base 6, a sample S front face is made to generate bias voltage, and the anisotropy and acceleration energy of ion in the plasma are controlled. Thus, plasma treatment is performed to Sample S, controlling the anisotropy and energy of ion in the plasma.

[0010] Since the plasma is generated under a dielectric line along the travelling direction of microwave with above-mentioned plasma treatment equipment, the plasma of a large area can be made to generate easily.

[0011] Moreover, it is uniform on the surface of a sample, and since the stable bias voltage can be produced, plasma treatment can be performed to a sample, controlling ion energy.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, using the plasma, membranes may be formed on a sample or a resultant may adhere a sample not only a sample top but in a reaction container a plasma-etching case using the high gas of deposition nature.

[0013] Since the area which it is a source of plasma production near the counterelectrode plate, and is moreover put to the plasma with above-mentioned plasma treatment equipment was large, when the resultant in the plasma tends to have adhered and many this resultant adhered, the bias voltage generated on the surface of a sample became instability, or became uneven, and there was a problem that effect arose in plasma treatment.

[0014] When an insulator layer like silicon oxide (SiO<sub>2</sub>) was formed especially, in spite of having formed the insulator layer in the front face of a counterelectrode plate and having grounded the counterelectrode plate, there was a problem that sufficient effectiveness is lost, the bias voltage generated on the surface of a sample serves as instability, or becomes uneven, embedding flattening of an insulator layer was inadequate, or the amount of membrane formation became an ununiformity.

[0015] This invention is made in view of such a technical problem, and it aims at offering the plasma treatment equipment in which the uniform and stabilized plasma treatment is possible also in the long-term activity.

[0016]

[Means for Solving the Problem] The dielectric line 21 which turns into microwave waveguide as this invention is shown in drawing 1, The reaction container 1 by which the microwave inlet 3 by which opening was carried out to the field which counters this dielectric line 21 was airtightly closed with the microwave installation plate 4, The sample base 6 arranged in this reaction container 1, and a means to impress RF electric field or direct-current electric field to this sample base 6 (RF generator 7), The counterelectrode plate 5 which has hole 5b into which the plasma is made to introduce or it is prepared between said microwave installation plates 4 and said sample bases 6 and makes microwave penetrate, Let plasma treatment equipment equipped

with a means to ground this counterelectrode plate 5, a means (RF generator 8) to impress RF electric field or direct-current electric field to this counterelectrode plate 5, and the means 9 that switches these be a summary.

[0017]

[Function] The plasma treatment equipment of this invention is equipped with a means to ground a counterelectrode plate, a means to impress RF electric field or direct-current electric field to a counterelectrode plate, and the means that switches these. For this reason, when performing plasma treatment to a sample, a counterelectrode plate is grounded, the bias voltage uniform [on the sample front face] and stabilized on it is produced, and plasma treatment can be performed. Moreover, at the time of the cleaning performed periodically, spatter clearance of the resultant adhering to a counterelectrode plate can be efficiently carried out by impressing high frequency electric field or direct-current electric field to a counterelectrode plate, making the front face of a counterelectrode plate generate bias voltage, and accelerating and carrying out incidence of the ion to a counterelectrode plate. Therefore, the bias voltage generated on a sample front face can serve as instability, or can take and remove the effect it is uninfluential to an ununiformity and plasma treatment is affected. Embedding flattening of the insulator layer produced when an insulator layer like silicon oxide ( $\text{SiO}_2$ ) was formed especially can be inadequate, or the problem from which the amount of membrane formation becomes an ununiformity can be solved.

[0018] Moreover, when plasma treatment is repeated by carrying out like this, the problem which the resultant adhering to a counterelectrode plate exfoliates and serves as a source of release of particle can also be solved.

[0019] Moreover, when forming a metal membrane like a tungsten (W), titanium (Ti), and titanium nitride (TiN), there is a problem which a metal membrane adheres to a microwave installation plate, and causes poor microwave transparency. In this case, by plasma cleaning which impresses RF electric field or direct-current electric field to this counterelectrode plate, since the plasma can be strongly generated near the counterelectrode plate, the metal membrane adhering to a microwave installation plate can be removed efficiently, and this problem can be solved.

[0020]

[Example] The sectional view showing one example of the plasma treatment equipment of this invention is shown in drawing 1. In the plasma treatment equipment of this example, it can choose now whether the counterelectrode plate 5 is grounded with the switch means 9, or it connects with RF generator 8 and a RF is impressed.

[0021] The counterelectrode plate 5 is insulated with the reaction container 1 by insulators (not shown), such as a quartz and an alumina. About the detail of drawing, since it is the same as the plasma equipment explained based on drawing 4 in the column of [Description of the Prior Art], explanation is omitted. The frequency of the microwave used in this example is 2.45GHz, and the frequency of a RF is 13.56MHz.

[0022] Drawing 2 is the top view of the counterelectrode plate 5. Two or more hole 5b of the rectangle for introducing microwave into a reaction chamber 2 is prepared.

[0023] When performing plasma treatment to a sample in this equipment, the case where cleaning of a counterelectrode plate is performed is explained based on drawing 1.

[0024] First, the case where plasma treatment is performed to a sample is explained.

Beforehand, the counterelectrode plate 5 is grounded with the switch means 9. the solvent of predetermined temperature -- constant temperature -- it is made to circulate in a fluid channel 15. Reactant gas is supplied from the gas installation hole 12 prepared in the perimeter wall, and let the inside of a reaction chamber 2 be a predetermined pressure, after performing exhaust air from an exhaust port 13 and exhausting the inside of a reaction chamber 2 to a necessary pressure. Microwave is oscillated in a microwave oscillator 24 and it introduces into the dielectric line 21 through a waveguide 23, and it reaches, the microwave installation plate 4 is supplied in a reaction chamber 2 through hole 5b of the counterelectrode plate 5, and the plasma is made to generate. Plasma treatment is performed to Sample S, impressing high-frequency power to the sample base 6, making a sample S front face generate bias voltage, and controlling

the anisotropy and acceleration energy of ion in the plasma.

[0025] Next, the case where a counterelectrode plate is cleaned is explained. the solvent of predetermined temperature -- constant temperature -- it is made to circulate in a fluid channel 15 The gas for cleaning is supplied from the gas installation hole 12 prepared in the perimeter wall, and let the inside of a reaction chamber 2 be a predetermined pressure, after performing exhaust air from an exhaust port 13 and exhausting the inside of a reaction chamber 2 to a necessary pressure. Microwave is oscillated in a microwave oscillator 24, and it introduces into the dielectric line 21 through a waveguide 23, it supplies in a reaction chamber 2 through hole 5b of the microwave installation plate 4 and the counterelectrode plate 5, and the plasma is made to generate. RF generator 8 is connected to the counterelectrode plate 5 with the switch means 9, and a RF is impressed. If it does so, while the plasma will generate further to about five counterelectrode plate, bias voltage occurs to the counterelectrode plate 5, ion is accelerated towards the counterelectrode plate 5, and cleaning treatment of the counterelectrode plate 5 is performed. At this time, the dummy wafer is laid on the sample base 6 for protection of a sample base front face. Moreover, the sample base 6 may be grounded and may impress RF electric field or direct-current electric field.

[0026] The equipment of this example was applied to membrane formation of the silicon oxide for interlayer insulation films (SiO<sub>2</sub> film). The membrane formation conditions are as follows. A quantity of gas flow is SiH<sub>4</sub>. : It is 90sccm, O<sub>2</sub>:150sccm, and Ar:60sccm, and, in the pressure, 30mTorr(s) and microwave power set RF power of 1500W and a sample base to 100W.

[0027] When membrane formation processing was repeated on this condition, lowering of the amount of membrane formation and homogeneous aggravation were seen by processing of 1000 wafers, i.e., 500-micrometer membrane formation.

[0028] On the other hand, aggravation of aggravation of an embedding flattening configuration, lowering of the amount of membrane formation, and the homogeneity within the wafer side of the amount of membrane formation was able to be suppressed by carrying out cleaning treatment to processing of 800 sheets periodically once by one membrane formation, i.e., 400 micrometers. Moreover, the yield of particle was able to be controlled.

[0029] The cleaning conditions at this time are as follows. A quantity of gas flow is CF<sub>4</sub>. : 100sccm, O<sub>2</sub> : It is 400sccm and, in the pressure, 40mTorr(s) and microwave power set 1300W and RF power of a counterelectrode to 300W. The sample base was grounded.

[0030] The sectional view showing other examples of the plasma treatment equipment of this invention is shown in drawing 3. In the plasma treatment equipment of this example, the counterelectrode plate 5 is formed between the microwave installation plate 4 and the sample base 6. Hole 5b of the counterelectrode plate 5 makes the plasma generated between the microwave installation plate 4 and the counterelectrode plate 5 introduce into the direction of the sample base 6 at this time while making microwave penetrate. Also in this example, the same effectiveness as a previous example was acquired.

[0031]

[Effect of the Invention] If it is in this invention equipment as explained in full detail above, also in a long-term activity, it is uniform and the stable plasma treatment becomes possible.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the sectional view of the example of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the top view showing the counterelectrode plate of the example of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 3] It is the sectional view of other examples of the plasma treatment equipment of this invention.

[Drawing 4] It is the sectional view of conventional plasma treatment equipment.

**[Description of Notations]**

- 1 Reaction Container
- 2 Reaction Chamber
- 3 Microwave Inlet
- 4 Micrcwave Installation Plate
- 5 Counterelectrode Plate
- 5a The body of a counterelectrode plate
- 5b Hole
- 6 Sample Base
- 7 RF Generator
- 8 RF Generator
- 9 Switch Means
- 11 O Ring
- 12 Gas Installation Hole
- 13 Exhaust Port
- 15 Constant Temperature -- Fluid Path
- 21 Dielectric Line
- 21a Dielectric layer
- 21b Metal plate
- 22 Air Space
- 23 Waveguide
- 24 Microwave Oscillator

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-274083

(43)公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/31			H 01 L 21/31	C
C 23 C 16/50			C 23 C 16/50	
C 23 F 4/00			C 23 F 4/00	D
H 01 L 21/3065	9216-2G		H 05 H 1/46	B
H 05 H 1/46			H 01 L 21/302	N

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全5頁)

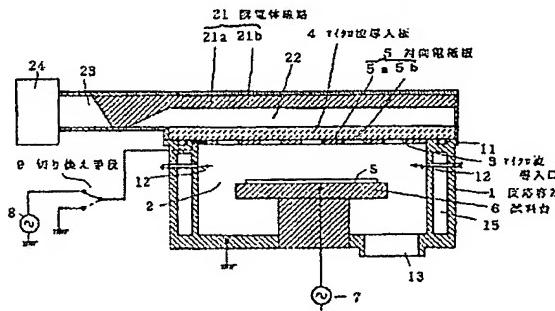
(21)出願番号	特願平7-70264	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成7年(1995)3月29日	(72)発明者	馬渕 博嗣 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(72)発明者	江畑 敏樹 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 森 道雄 (外1名)

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【構成】マイクロ波導波路となる誘電体線路21と、この誘電体線路21に対向する面にマイクロ波導入口3が開口してあり、このマイクロ波導入口3がマイクロ波導入板4で気密に封止された反応容器1と、この反応容器1内に配設された試料台6と、この試料台6に高周波電界または直流電界を印加する手段(高周波電源7)と、前記マイクロ波導入板4と前記試料台6との間に設けられ、マイクロ波を透過させるまたはプラズマを導入させる孔5bを有する対向電極板5と、この対向電極板5を接地する手段と、この対向電極板5に高周波電界または直流電界を印加する手段(高周波電源8)と、これらを切り換える手段9とを備えるプラズマ処理装置。

【効果】長期の使用においても、均一で安定したプラズマ処理が可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロ波導波路となる誘電体線路と、この誘電体線路に対向する面に開口されたマイクロ波導入口がマイクロ波導入板で気密に封止された反応容器と、この反応容器内に配設された試料台と、この試料台に高周波電界または直流電界を印加する手段と、前記マイクロ波導入板と前記試料台との間に設けられ、マイクロ波を透過させるまたはプラズマを導入させる孔を有する対向電極板と、この対向電極板を接地する手段と、この対向電極板に高周波電界または直流電界を印加する手段と、これらを切り換える手段とを備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子基板、液晶ディスプレイ用ガラス基板等にプラズマを利用して薄膜形成、エッティング、およびアッキング等の処理を施すのに適したプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】減圧された反応容器内に反応ガスとマイクロ波または高周波を導入して、プラズマを生成させ、このプラズマを試料の表面に照射して、薄膜形成やエッティングを行う装置は、半導体素子等の製造に欠かせないものとなっている。その中でも特に、プラズマの生成とプラズマ中におけるイオンのエネルギーとがそれぞれ独立して制御可能なプラズマ処理装置は、薄膜形成における埋め込み技術やドライエッティング技術にとって不可欠になってきており、その研究開発が進められている。

【0003】図4は、上記のプラズマの生成とイオンのエネルギーが独立に制御できるプラズマ処理装置の断面図である(特開平6-104098号公報)。図中1は中空直方体の反応容器である。反応容器1はアルミニウム(A1)等の金属を用いて形成されている。反応容器1の周囲壁の内部には恒温流体通路15が形成され、所定の温度の溶媒を循環させることにより、周囲壁の温度調整を行っている。反応容器1の内部には反応室2が設けられている。反応容器1の上部にはマイクロ波導入口3が開口しており、このマイクロ波導入口3はマイクロ波導入板4にて反応容器1の上部壁との間にOリング11を挟持することにより気密に封止されている。

【0004】なおマイクロ波導入板4は、耐熱性とマイクロ波透過性とを有し、かつ誘電損失が小さい石英ガラス(SiO<sub>2</sub>)、アルミナ(A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)等の誘電体で形成される。

【0005】反応容器1の上方には、マイクロ波導入板4と対向して、これを覆うように誘電体層21aと金属板21bとからなる誘電体線路21が形成されている。誘電体層21aにはテフロン(登録商標)等のフッ素樹脂、ポリスチレン、ポリエチレン等が用いられる。金属板21bとしてはアルミニウム等が用いられる。誘電体

線路21の一端には、導波管23を介してマイクロ波発振器24が連結されている。マイクロ波は発振器24から導波管23を経て誘電体線路21に導入され、ここから反応容器1内に導入される。

【0006】反応室2内にはマイクロ波導入板4とは対向する位置に、試料Sを載置する試料台6が配設されている。試料台6は高周波電源7に接続されており、試料S表面にバイアス電圧を発生させるための電極を兼ねている。対向電極板5がマイクロ波導入板4の下面に接するように設けられている。この対向電極板5にはマイクロ波を透過させるための孔5bが開口されている。この対向電極板5は接地されており、高周波が印加される試料台6に対する対向電極の役割を果たす。すなわち、この接地した対向電極板5を備えることにより、試料S表面において均一で安定したバイアス電圧を発生させることができる。また、試料台6には試料Sを保持するための静電チャック等の吸着機構(図示しない)が設けかれているとともに、試料Sを所定の温度に維持するための恒温流体の循環機構が配設されている。

【0007】反応容器1の周囲壁には所要の反応ガスを導入するためのガス導入孔12が設けられている。また反応容器1の下部壁には図示しない排気装置に接続される排気口13が形成されており、ここから排気される。

【0008】この装置において試料台6上に載置された試料Sにプラズマ処理を施す方法について説明する。まず所定の温度の溶媒を恒温流体通路15内に循環させる。排気口13から排気を行って反応室2内を所要の圧力まで排気した後、周囲壁に設けられたガス導入孔12から反応ガスを供給し反応室2内を所定の圧力とする。

【0009】次いで、マイクロ波発振器24においてマイクロ波を発振させ、導波管23を介して誘電体線路21に導入する。そうすると誘電体線路21の下方に電界が形成される。この電界がマイクロ波導入板4および対向電極板5の孔5bを透過して反応室2内に供給されて、プラズマが生成する。試料台6に高周波電力を印加して、試料S表面にバイアス電圧を発生させ、プラズマ中のイオンの異方性および加速エネルギーを制御する。このようにして、プラズマ中のイオンの異方性およびエネルギーを制御しつつ試料Sにプラズマ処理を施すのである。

【0010】上述のプラズマ処理装置ではマイクロ波の進行方向に沿って誘電体線路の下にプラズマを生成するので、容易に大面積のプラズマを生成させることができる。

【0011】また、試料の表面に均一で安定したバイアス電圧を生じさせることができるので、イオンエネルギーを制御しつつ試料にプラズマ処理を施すことができる。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、プラズ

3

マを用いて試料上に成膜したり、デポジション性の高いガスを用いて試料をプラズマエッティング場合、試料上のみならず、反応容器内に反応生成物が付着することがある。

【0013】上述のプラズマ処理装置では、対向電極板の近傍がプラズマ生成源であり、しかもプラズマに曝される面積が大きいので、プラズマ中の反応生成物が付着しやすく、この反応生成物が多く付着した場合、試料の表面に発生するバイアス電圧が不安定となったり不均一となり、プラズマ処理に影響が生じるという問題があつた。

【0014】特に、シリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) のような絶縁膜を成膜する場合、対向電極板の表面に絶縁膜が形成され、対向電極板が接地されているにもかかわらず、十分な効果がなくなり、試料の表面に発生するバイアス電圧が不安定となったり不均一となり、絶縁膜の埋め込み平坦化が不十分であつたり、成膜量が不均一になるという問題があつた。

【0015】本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、長期の使用においても、均一で安定したプラズマ処理が可能なプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

## 【0016】

【課題を解決するための手段】本発明は、図1に示すように、マイクロ波導波路となる誘電体線路21と、この誘電体線路21に対向する面に開口されたマイクロ波導入孔3がマイクロ波導入板4で気密に封止された反応容器1と、この反応容器1内に配設された試料台6と、この試料台6に高周波電界または直流電界を印加する手段(高周波電源7)と、前記マイクロ波導入板4と前記試料台6との間に設けられ、マイクロ波を透過させるまたはプラズマを導入させる孔5bを有する対向電極板5と、この対向電極板5を接地する手段と、この対向電極板5に高周波電界または直流電界を印加する手段(高周波電源8)と、これらを切り換える手段9とを備えるプラズマ処理装置を要旨とする。

## 【0017】

【作用】本発明のプラズマ処理装置は、対向電極板を接地する手段と、対向電極板に高周波電界または直流電界を印加する手段と、これらを切り換える手段を備えている。このため、試料にプラズマ処理を施すときは、対向電極板を接地して、試料表面に均一で安定したバイアス電圧を生じさせてプラズマ処理を施すことができる。また、定期的に行うクリーニング時には、対向電極板に高周波電界または直流電界を印加して対向電極板の表面にバイアス電圧を発生させ、イオンを対向電極板に加速して入射させることにより、対向電極板に付着した反応生成物を効率的にスパッタ除去することができる。したがって、試料表面に発生するバイアス電圧が不安定となつたり不均一となつてプラズマ処理に及ぼされる影響をと

10

20

30

40

50

4

り除くことができる。特に、シリコン酸化膜 ( $\text{SiO}_2$ ) のような絶縁膜を成膜する場合に生じていた絶縁膜の埋め込み平坦化が不十分であつたり、成膜量が不均一になる問題を解決することができる。

【0018】また、こうすることにより、プラズマ処理を重ねたときに、対向電極板に付着した反応生成物が剥離してパーティクルの発生源となる問題も解決することができる。

【0019】また、タンゲステン(W)、チタン(Ti)および窒化チタン(TiN)のような金属膜を成膜する場合、マイクロ波導入板に金属膜が付着しマイクロ波透過不良を起こす問題がある。この場合には、この対向電極板に高周波電界または直流電界を印加するプラズマクリーニングにより、対向電極板の近傍でプラズマを強く発生できるので、マイクロ波導入板に付着した金属膜を効率良く除去でき、この問題を解決することができる。

## 【0020】

【実施例】本発明のプラズマ処理装置の一実施例を示す断面図を図1に示す。本実施例のプラズマ処理装置においては、切り換え手段9によって対向電極板5を接地するか高周波電源8に接続して高周波を印加するかを選択できるようになっている。

【0021】対向電極板5は石英、アルミナ等の絶縁体(図示しない)によって反応容器1と絶縁されている。図の詳細については、【従来技術】の欄で図4に基づき説明したプラズマ装置と同じであるので説明を省略する。本実施例において用いたマイクロ波の周波数は2.45GHzであり、また高周波の周波数は13.56MHzである。

【0022】図2は対向電極板5の平面図である。マイクロ波を反応室2の中に導入するための矩形の孔5bが複数設けられている。

【0023】この装置において試料にプラズマ処理を施す場合および対向電極板のクリーニングを行う場合について図1に基づき説明する。

【0024】まず、試料にプラズマ処理を施す場合について説明する。予め、対向電極板5は切り替え手段9により接地しておく。所定の温度の溶媒を恒温流体通路1内に循環させる。排気口13から排気を行って反応室2内を所要の圧力まで排気した後、周囲壁に設けられたガス導入孔12から反応ガスを供給し反応室2内を所定の圧力とする。マイクロ波発振器24においてマイクロ波を発振させ、導波管23を介して誘電体線路21に導入し、マイクロ波導入板4をおよび対向電極板5の孔5bを介して反応室2内に供給して、プラズマを生成させる。試料台6に高周波電力を印加して試料S表面にバイアス電圧を発生させて、プラズマ中のイオンの異方性および加速エネルギーを制御しつつ、試料Sにプラズマ処理を施す。

【0025】次に、対向電極板のクリーニングを行う場合について説明する。所定の温度の溶媒を恒温流体通路15内に循環させる。排気口13から排気を行って反応室2内を所要の圧力まで排気した後、周囲壁に設けられたガス導入孔12からクリーニング用ガスを供給し反応室2内を所定の圧力とする。マイクロ波発振器24においてマイクロ波を発振させ、導波管23を介して誘電体線路21に導入し、マイクロ波導入板4および対向電極板5の孔5bを介して反応室2内に供給して、プラズマを生成させる。切り換え手段9により対向電極板5に高周波電源8を接続し、高周波を印加する。そうすると、対向電極板5近傍にさらにプラズマが生成するとともに、対向電極板5にバイアス電圧が発生し、イオンが対向電極板5に向けて加速され、対向電極板5のクリーニング処理が行われる。このとき、試料台表面の保護のため、試料台6上にはダミーウエハが載置されている。また試料台6は接地しても良いし、高周波電界または直流電界を印加しても良い。

【0026】本実施例の装置を、層間絶縁膜用のシリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>膜)の成膜に適用した。成膜条件は以下の通りである。ガス流量は、SiH<sub>4</sub>:90sccm、O<sub>2</sub>:150sccm、Ar:60sccmであり、圧力は30mTorr、マイクロ波パワーは1500W、試料台の高周波パワーは100Wとした。

【0027】この条件で成膜処理を繰り返していくと、ウエハ100枚の処理、すなわち500μmの成膜で、成膜量の低下と均一性の悪化が見られた。

【0028】これに対して、クリーニング処理を800枚の処理に1回、すなわち400μmの成膜で1回、定期的に行うことにより、埋め込み平坦化形状の悪化、成膜量の低下、および成膜量のウエハ面内均一性の悪化を抑えることができた。また、パーティクルの発生量を抑制することができた。

【0029】このときのクリーニング条件は以下の通りである。ガス流量は、CF<sub>4</sub>:100sccm、O<sub>2</sub>:400sccmであり、圧力は40mTorr、マイクロ波パワーは1300W、対向電極の高周波パワーは300Wとした。試料台は接地した。

【0030】本発明のプラズマ処理装置の他の実施例を示す断面図を図3に示す。本実施例のプラズマ処理装置

においては、マイクロ波導入板4と試料台6との間に対向電極板5が設けられたものである。このとき、対向電極板5の孔5bはマイクロ波を透過させるとともにマイクロ波導入板4と対向電極板5との間で生成したプラズマを試料台6の方に導入させるものとなる。本実施例においても先の実施例と同様の効果が得られた。

### 【0031】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明装置にあっては、長期の使用においても、均一で安定したプラズマ処理が可能になる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の実施例の断面図である。

【図2】本発明のプラズマ処理装置の実施例の対向電極板を示す平面図である。

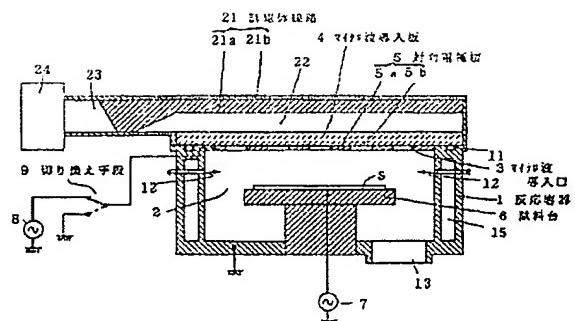
【図3】本発明のプラズマ処理装置の他の実施例の断面図である。

### 【図4】従来のプラズマ処理装置の断面図である。

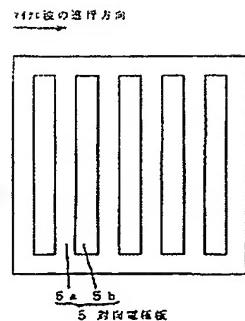
### 【符号の説明】

- |    |             |
|----|-------------|
| 20 | 1 反応容器      |
|    | 2 反応室       |
|    | 3 マイクロ波導入口  |
|    | 4 マイクロ波導入板  |
|    | 5 対向電極板     |
|    | 5a 対向電極板本体  |
|    | 5b 孔        |
|    | 6 試料台       |
|    | 7 高周波電源     |
|    | 8 高周波電源     |
| 30 | 9 切り替え手段    |
|    | 11 Oリング     |
|    | 12 ガス導入孔    |
|    | 13 排気口      |
|    | 15 恒温流体経路   |
|    | 21 誘電体線路    |
|    | 21a 誘電体層    |
|    | 21b 金属板     |
|    | 22 空気層      |
|    | 23 導波管      |
| 40 | 24 マイクロ波発振器 |

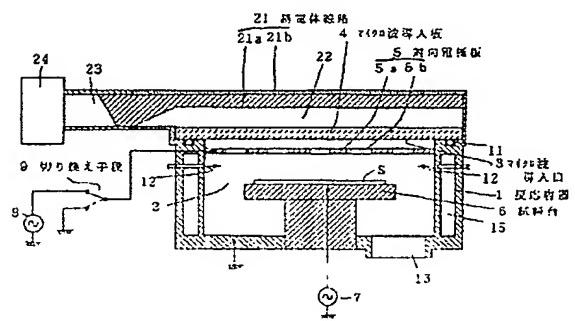
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

